

Geschlechtsabhängige Unterschiede beim Klappern des Weißstorks *Ciconia ciconia*

Michael Fangrath & Hans-Wolfgang Helb

Fangrath M & Helb H-W (2007): Differences depending on the gender in the clattering of the White Stork *Ciconia ciconia*. Vogelwarte 45: 219 – 223.

The variation of the “clattering” was studied in groups of 9 female and 9 male individually marked White Storks in the southern part of Rhineland-Palatinate. We gathered and compared data to find a gender-based characterization in this instrumental noise. A separation of genders was possible by a simple 2-d matrix of the parameters F2M [Hz] and DIK [ms], based on mean of each individual. We assume that the discovered differences depend on the anatomic dimorphism of the beak and of the anatomy of the head.

MF: Lange Str. 76, D-76879 Ottersheim, E-Mail: michael@fangrath.de;

H-WH: Pfaffenbergerstr. 43, D-67663 Kaiserslautern, E-Mail: hans-wolfgang@helb.de

1. Einleitung

Die Instrumentallaute vom Weißstorch („Klapperstorch“) sind allbekannt. Die Bedeutung der Klapperzeremonie im Kontext der Partnersynchronisation (Kepura & Gebauer 2003), der agonistischen Verhaltensweisen (Schüz 1942a) und der Systematik (Kahl 1972; King 1980) wurde bereits untersucht.

Dagegen ist unbekannt, ob das Klappern selbst Träger einer geschlechtsspezifischen Information ist. Aufgrund bekannter Vergleiche der Schnabelform (Schierer 1960) von männlichen und weiblichen Weißstörchen sowie der anatomischen Unterschiede (Murata 1987) bei den Geschlechtern des Schwarzschnabelstörches *Ciconia boyciana* wurden von uns auch bioakustische Differenzen bei dem einzelnen Schnabelzuklappen (Klapp) erwartet.

2. Methode

2.1. Aufnahme des Klapperns und Zuordnung der Individuen

Das einzelne Klapp wird von uns als Element innerhalb einer Klapperstrophe bezeichnet, wobei die Klapperstrophen der Partner keiner zwingenden festen Abfolge unterliegen. Demnach handelt es sich nicht um ein Duettieren in zeitlich streng synchronisierter Abfolge (Bergmann & Helb 1982). Da nicht die Strophen, sondern das einzelne Klapp ausgewertet wurde, fand der Verhaltenskontext (Begrüßung, Kampf, Imponierverhalten etc.) des Klapperns keine Berücksichtigung. Dementsprechend wurde keine situationstypische Kategorienbildung (Kepura & Gebauer 2003; King 1980; Schüz 1942b) für das Klappern berücksichtigt, sondern man verwendete relevante bioakustische Parameter (vgl. Helb 1973, 1978, 1985).

Die für die Beantwortung eines geschlechtsspezifischen Klapperns in Frage kommenden Weißstörche waren alle nach Geschlecht und Individuum bekannt (9 Männchen und 9 Weibchen). Um eine Zuordnung des Klapperns zu den ein-

zelnen Weißstörchen zu ermöglichen, wurden gleichzeitig zu den Tonbandaufzeichnungen Videoaufnahmen gemacht (S-VHS Kamera: Panasonic SX30). Die Zuordnung erfolgte dann im Nachhinein durch die Videoauswertung. Von 235 erfassten Klapperzeremonien, die in den Jahren 1999 bis 2001 im südöstlichen Teil von Rheinland-Pfalz aufgenommen wurden, konnten 73 für diese Analyse verwendet werden. Der Großteil dokumentierte ein gemeinsames Klappern von Männchen und Weibchen, was keine individuelle Abgrenzung und damit Auswertung ermöglichte.

Als Tonbandgerät diente ein Uher 4200 Report Monitor mit Parabolspiegel (Ø 60 cm) und Mikrofon (Uher M534). Aufgrund der Windanfälligkeit wurde auch auf ein Stativ mit einem Mikrofon (Beyerdynamik, MCE86N(C)S) zurückgegriffen. Die Auswertung erfolgte am PC, wobei als Analog-Digital-Wandler eine Soundkarte der Marke Terratec (DMX XFIRE 1024) fungierte. Die Standardeinstellung der Samplingrate betrug 44,1 kHz bei 16 Bit. Die visuelle Abbildung erfolgte mit dem Programm Avi-Soft SAS LAB Pro (vgl. McGregor & Holland 1995) mit den Standardeinstellungen: 1024 FFT-Length, 12,5 % Frame-Size, Window Retangle, Overlap 98,43 %.

2.2. Vermessung und Definition der Parameter

Es wurde mit einer zeitlichen Auflösung von 0,36 ms und einer Frequenzauflösung von 43 Hz vermessen. Dabei wurden die Lautstärken-Maxima durch eine Reduktion der Intensität des Signals genau ermittelt (Reduzierung der Färbungsintensität der Sonagramme) und ihre Position als Frequenz- oder Zeit-Messwert festgehalten. Bei der Auswertung der Maxima wurden nur die ersten drei (zeitliche Abfolge) gewertet, da eine höhere Anzahl der Maxima nur unregelmäßig auftrat. Der Anfang eines Klapps diente dabei als Nullpunkt für die Messstrecke. Alle Sonagramme wurden unter Echtzeitbedingungen ausgewertet.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Programm SPSS 10.0. Die statistischen Tests wurden nach Lorenz (1992) und Sachs (2002) ausgewählt.

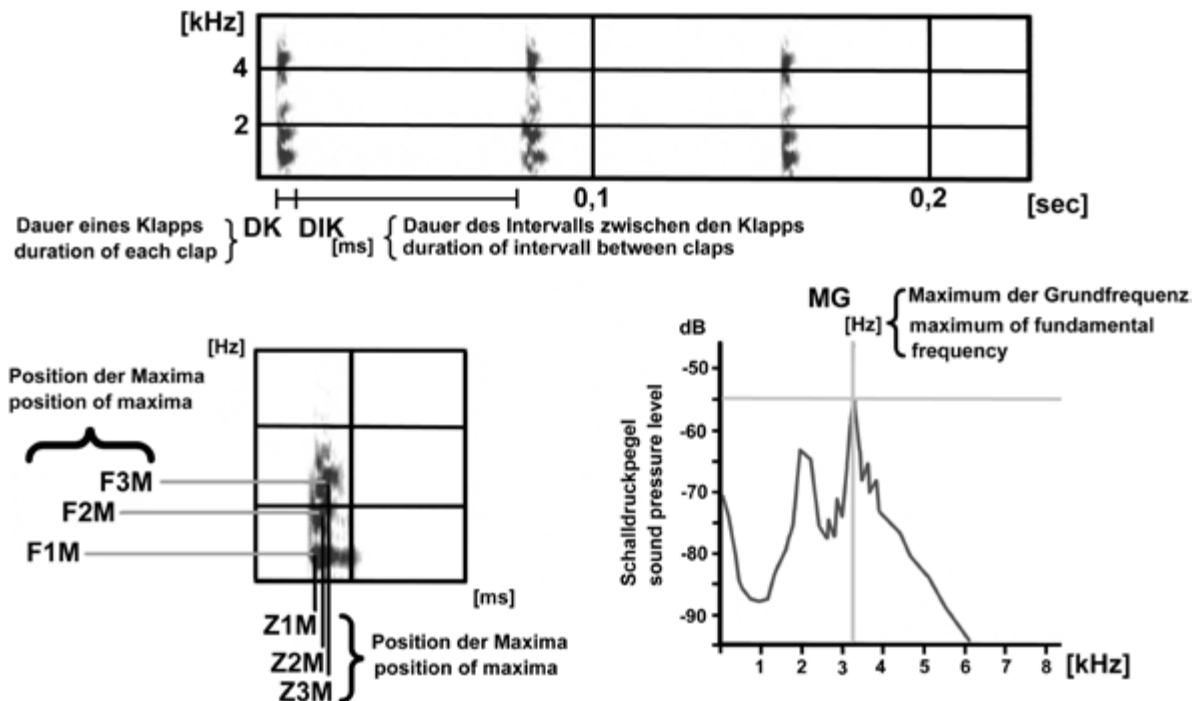


Abb. 1: Messstrecken am Klappern und am einzelnen Klapp des Weißstorchs: Dauer des einzelnen Klapps (DK) in [ms], Dauer des Intervalls zwischen den Klapps (DIK) in [ms], Position in [Hz] des 1. (F1M), des 2. (F2M) und des 3. (F3M) Lautstärkenmaximums (geordnet nach zeitlicher Abfolge), Position in [ms] des 1. (Z1M), des 2. (Z2M) und des 3. (Z3M) Lautstärkenmaximums (geordnet nach zeitlicher Abfolge) und Position des Maximums der Grundfrequenz [Hz] eines gesamten Klapps (MG). – Measurements taken from the clattering and the single clap of the White Stork: duration of each clap (DK) in [ms], duration of interval between claps (DIK) in [ms], position in [Hz] of 1. (F1M), 2. (F2M) and 3. (F3M) maximum of loudness (put in order by time), position in [ms] of 1. (Z1M), 2. (Z2M) and 3. (Z3M) maximum of loudness (put in order by time) and the maximum of the fundamental frequency [Hz] of the whole clap (MG).

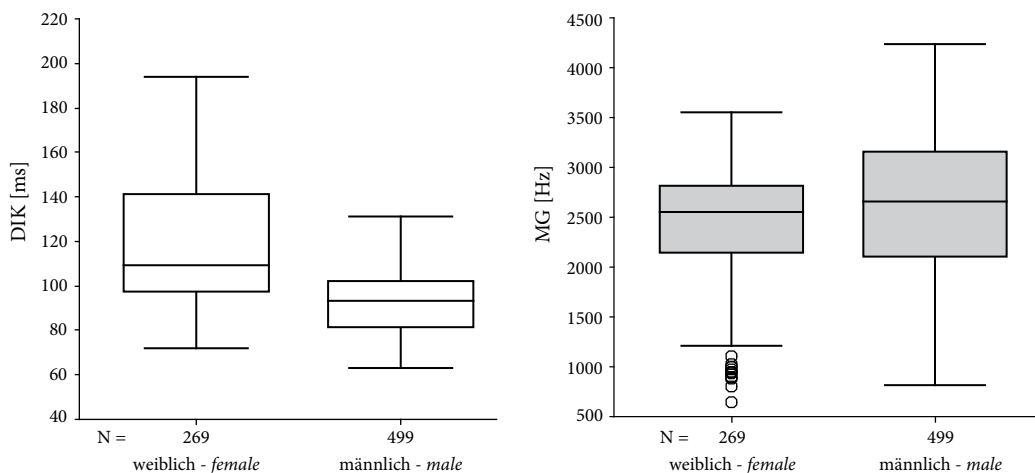


Abb. 2 a-b: Streuung der Parameter DIK (weiße Box-Plots) und MG (graue Box-Plots) bei weiblichen (links) und männlichen (rechts) Klapps. Dargestellt sind der Median, das 25 % und 75 % Quartil, Maximum/Minimum und Ausreißer (Kreise). – Variation of the parameter DIK (white box-plot) and MG (gray box-plot) of female (left) and male (right) claps. Box-plot representation: median, the 25 and 75 percentile, maximum/minimum value and outliers (circles).

3. Ergebnisse

Mit Ausnahme zweier ausgemessener Parameter (DK und Z1M, Erläuterung der Abkürzungen s. Abb. 1 und Tab. 1) lassen sich für alle Eigenschaften signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern finden (s.a. Tab. 1). Die Abfolge der einzelnen Klapps war bei den Männchen schneller. Auch das Lautstärkemaximum der Grundfrequenz lag im Median bei den Männchen höher. Weitere fünf strukturelle Eigenschaften der Zeit und der Frequenz weichen voneinander ab (Tab. 1). Bei einer graphischen Merkmalskombination wird diese Trennung zwischen männlichen und weiblichen Klapps besonders deutlich (Abb. 3, Abb. 4).

Die Abbildungen 2 a-b zeigen exemplarisch die auffälligsten Differenzen in den Streuweiten zwischen den Geschlechtern (DIK und MG) an. Bei den anderen Parametern sind die signifikanten Unterschiede weitaus weniger augenfällig. Die Spannweite zwischen Maximum und Minimum ist bei den Männchen bei fast allen Parametern (s. Tab. 1) etwas größer als bei den Weibchen (Ausnahme: DIK).

Kombiniert man die Parameter auf eine individuelle (9 Männchen und 9 Weibchen) X-Y Matrix, so erhält man für eine Kombination (F2M [Hz] und DIK [ms]) eine Grafik, die eine visuelle Trennung der Geschlechter gestattet (s. Abb. 3).

Bei der Mehrfachkombination von Parametern können über ein dreidimensionales Streudiagramm für individuelle Klapps (männlich: $n = 499$ Klapps, weiblich:

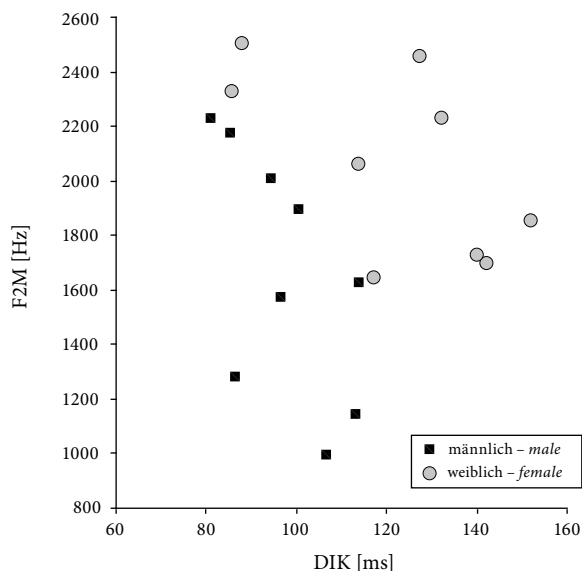


Abb. 3: Zweidimensionale Matrix der Parameter F2M [Hz] und DIK [ms], basierend auf den Mittelwerten der einzelnen Individuen. – 2-d matrix of the parameters F2M [Hz] and DIK [ms], based on mean of each individual.

$n = 269$ Klapps) die Übergänge zwischen den Geschlechtern deutlicher dargestellt werden (Abb. 4). So sind für die weiblichen Klapps zwei Zentren auszumachen, wobei ein Häufigkeitszentrum der weiblichen Klapps inmitten der männlichen Schnabelschläge liegt.

Tab. 1: Vergleich der Parameter von 9 weiblichen ($n = 269$ Klapps) und 9 männlichen ($n = 499$ Klapps) Weißstörchen. – Comparison of the parameters between 9 female ($n = 269$ claps) and 9 male ($n = 499$ claps) White Storks.

Parameter	weiblich - female Median, Min.-Max.	männlich - male Median, Min.-Max.	Mann-Whitney U-Test
Dauer eines jeden Klapps – <i>duration of each clap</i> DK [ms]	8,7 5,4-12,6	9 5,8-12,6	n.s.
Dauer des Intervalls zwischen den Klapps <i>duration of interval between claps</i> DIK [ms]	109,2 72,2-193,7	93,3 62,8-130,9	$p < 0,001$
Position des 1. Max. – <i>position of 1. max.</i> F1M [Hz]	1636 387-3579	2282 559-4306	$p < 0,001$
Position des 2. Max. – <i>position of 2. max.</i> F2M [Hz]	1894 516-3687	1636 545-1636	$p < 0,001$
Position des 3. Max. – <i>position of 3. max.</i> F3M [Hz]	2368 645-3660	1808 602-4306	$p < 0,001$
Position des 1. Max. – <i>position of 1. max.</i> Z1M [ms]	2,9 1,8-3,9	2,5 1,4-4,3	n.s.
Position des 2. Max. – <i>position of 2. max.</i> Z2M [ms]	3,2 2,1-5,4	3,2 2,1-6,5	$p < 0,001$
Position des 3. Max. – <i>position of 2. max.</i> Z3M [ms]	3,9 2,5-6,5	3,6 2,1-8,7	$p < 0,001$
Maximum der Grundfrequenz <i>maximum of fundamental frequency</i> MG [Hz]	2558 642-3558	2652 812-4239	$p < 0,01$

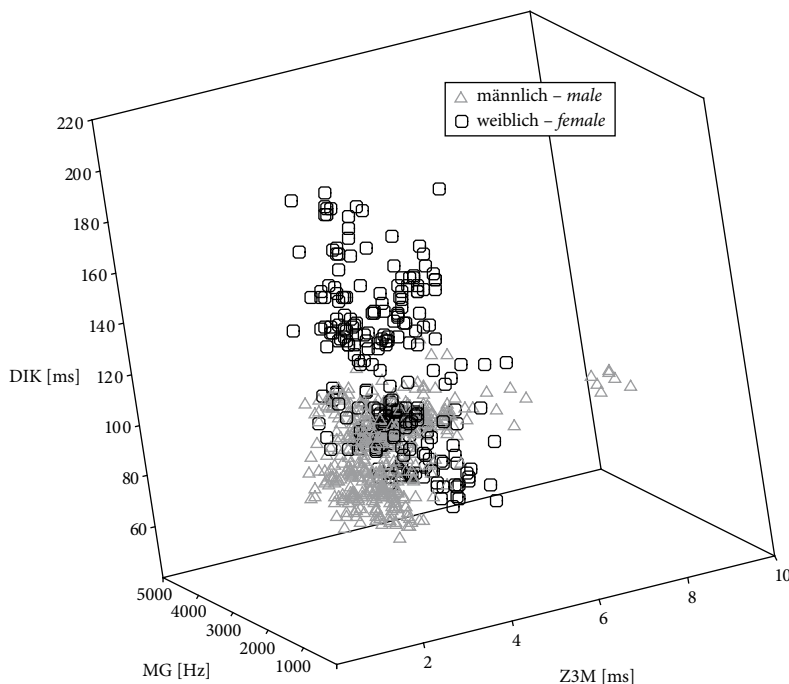


Abb. 4: Dreidimensionales Streudiagramm, basierend auf einzelnen Klapps der Vögel (männlich: $n = 499$ Klapps, weiblich: $n = 269$ Klapps). Y-Achse: Dauer des Intervalls zwischen den Klapps [ms], X-Achse: Maximum der Grundfrequenz [Hz], Z-Achse: Position des 3. Maximums. – 3-d scatter based on every single clap of the birds (male: $n = 499$ claps, female: $n = 269$ claps). Y-Axis: Duration of each interval between claps [ms], X-Axis: maximum of the fundamental frequency [Hz], Z-Axis: position of the 3. maximum [ms].

4. Diskussion

Nach den hier vorliegenden Ergebnissen lassen sich die Geschlechter anhand des Klapperns unterscheiden. Von den hier definierten Parametern wiesen nur zwei Merkmale keinen signifikanten Unterschied zwischen männlichen und weiblichen Weißstörchen auf. Bei allen anderen ließen sich hoch und höchst signifikante Unterschiede mittels Mann-Whitney U-Test nachweisen (Tab. 1). Eine einfache zweidimensionale Matrix der Parameter F2M [Hz] und DIK [ms], basierend auf den Mittelwerten der einzelnen Individuen, machte eine Trennung der Geschlechter möglich. Für andere Kombinationen ist die Trennung jedoch weniger eindeutig.

Ein Grund für die Variationsweite der Werte kann die Variabilität der Männchen sein. Während die Höchstgrenzen (Klappergeschwindigkeit, Kraftaufwand beim Schnabelzuklappen) durch die anatomischen Eigenschaften bei den etwas kleineren Weibchen begrenzt sein können, ist es auch für die etwas größeren Männchen möglich, langsam und mit geringem Kraftaufwand den Schnabel zuzuklappen. Dies könnte die Messwerte im unteren Bereich einiger Parameter erklären (vgl. Tab. 1).

Nicht auszuschließen ist die Fähigkeit der Störche, dem einzelnen Klappen Informationen zu entnehmen. So ist es durchaus möglich, dass bei Kombination von Zeit- und Frequenzeigenschaften (Abb. 3) die Vögel eine Unterscheidung der Klapps leisten können.

Die Dauer eines einzelnen Schnabelschlags liegt dabei im Wahrnehmungsbereich anderer Vögel (Güttinger et al. 2002). Für fast die gesamte Variationsweite der Grund-

frequenz (1 bis 4 kHz) ist gleichfalls eine hohe Sensitivität einiger Vogelarten nachgewiesen (Manley 1990).

Da die akustische Wahrnehmung der Weißstörche quasi „augenblicklich“ mehrere Eigenschaften des Klapps abgleichen kann, ist sie auch unserer statistischen Auswertung und bildlichen Darstellung weit überlegen. Das meint, die trennenden Merkmalskombinationen müssen nicht kugelförmig oder sphäroid verteilt sein. Es sind auch gewundene, verzweigte und treppenförmige Kombinationen möglich, die sich unserer Darstellung oder Vorstellung entziehen.

Für künftige Fragestellungen nach einer Individualität der Klapps wird von uns eine Verlangsamung der Wiedergabe und damit eine Erhöhung der zeitlichen Genauigkeit empfohlen. Es lassen sich dann Diskriminanzanalysen anwenden (Eakle et al. 1989; Ferrand 1987; Galeotti & Pavan 1991; Nelson 1989).

5. Zusammenfassung

Im Rahmen einer Freilandstudie in Rheinland-Pfalz (1999–2001) wurden geschlechtsbedingte Eigenschaften des Klapperns beim Weißstorch untersucht. Zahlreiche Unterschiede zwischen den Geschlechtern (9 Männchen und 9 Weibchen) wurden gefunden.

Eine einfache zweidimensionale Matrix der Parameter F2M [Hz] und DIK [ms], basierend auf den Mittelwerten der einzelnen Individuen, machte eine Trennung der Geschlechter möglich.

Wir vermuten, dass die gefundenen Differenzen auf Unterschieden der Kopf- und Schnabelanatomie bei den Geschlechtern beruhen.

6. Literatur

- Bergmann H-H, Helb H-W 1982: Stimmen der Vögel Europas. BLV, München.
- Eakle WL, Mannan RW, Grubb TG 1989: Identification of individual breeding Bald Eagles by voice analysis. *J. Wildl. Mgmt.* 53: 450-455.
- Ferrand Y 1987: Reconnaissance acoustique individuelle de la Bécasse des Bois (*Scolopax rusticola*) a la croule. *Gibier Faune Sauvage* 4: 241-254.
- Galeotti P, Pavan G 1991: Individual recognition of male Tawny Owls (*Strix aluco*) using spectrograms of their territorial calls. *Ethol. Ecol. Evol.* 3: 113-126.
- Güttinger HR, Turner T, Dobmeyer S, Nicolai J 2002: Melodiewahrnehmung und Wiedergabe beim Gimpel: Untersuchungen an liederpfeifenden und Kanariengesang imitierenden Gimpeln (*Pyrrhula pyrrhula*). *J. Ornithol.* 143: 303-318.
- Helb H-W 1973: Analyse der artisolierenden Parameter im Gesang des Fitis (*Phylloscopus t. trochilus*) mit Untersuchungen zur Objektivierung der analytischen Methode. *J. Ornithol.* 114: 145-206.
- Helb H-W 1978: Konstanz und Plastizität im Aufbau des Vogelgesangs am Beispiel des Fitis (*Phylloscopus trochilus*). *Verh. Dtsch. Zool. Ges. Konstanz* 1978: 184.
- Helb H-W 1985: Ethometrie des Vogelgesangs: Progressive und regressive Aktualgenese bei der Goldammer (*Emberiza citrinella*). *Behaviour* 94: 279-323.
- Kahl P 1972: Comparative Ethology of the Ciconiidae. Part 4. The "typical" Storks (Genera *Ciconia*, *Sphenorhynchus*, *Disoura*, and *Euxenura*). *Z. Tierpsych.* 30: 225-252.
- Kepura F, Gebauer A 2003: Ergebnisse einer ersten bioakustischen Analyse des Weißstorchklapperns. *Ciconia - Jahresbericht Tierpark Görlitz* 16: 35-39.
- King CE 1980: An ethological comparison of three storks: *Ciconia boyciana*, *C. ciconia*, and *C. maguari*. Master of Science, University of Kansas, Manhattan.
- Lorenz RJ 1992: Grundbegriffe der Biometrie. Fischer, Stuttgart und Jena.
- Manley GA 1990: Peripheral hearing mechanisms in reptiles and birds. Springer, Heidelberg und New York.
- McGregor PK, Holland J 1995: Software and Book Reviews – Avisoft-Sonograph Pro: A PC Program for Sonographic Analysis. *Anim. Behav.* 50: 1137-1138.
- Murata K 1987: The data about the White Stork in Kobe Oji Zoo for the meeting of the White Stork in 1987. Unpubl. report, presented at the Eastern White Stork Conservation Workshop, Nov. 1987. Hyogo Prefecture, Kobe Japan.
- Nelson DA 1989: The importance of invariant and distinctive features in species recognition of bird song. *Condor* 91: 120-130.
- Sachs L 2002: Angewandte Statistik. Springer, Berlin und Heidelberg.
- Schierer A 1960: La forme du bec, caractere, sexuel secondaire, chez la Cigogne Blanche adulte. *Oiseau* 30: 169-172.
- Schüz E 1942a: Bewegungsnormen des Weißstorchs. *Z. Tierpsych.* 5: 1-37.
- Schüz E 1942b: Über die Unterscheidung freilebender Einzelstücke des Weissen Storchs. *Ornith. Monatsber.* 50: 99-104.